

Penilaian Kriteria Green Building pada Gedung Teknik Sipil ITS

Aristia A. Putri, M. Arif Rohman, dan Christiono Utomo

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: christiono@ce.its.ac.id

Abstrak—*Green building* merupakan suatu konsep bangunan ramah lingkungan yang sudah menjadi perhatian khusus di berbagai negara dan mulai diterapkan di Indonesia. Konsep *Green Building* merupakan salah satu upaya penghematan energi yang dapat diterapkan pada suatu gedung. **Penulisan Tugas Akhir** ini dilakukan untuk mengukur rating/sertifikasi sebagai tolak ukur sudah sejauh mana tingkat *green building* gedung-gedung di ITS, dengan cara melakukan pengukuran langsung, yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan kriteria standar nasional (*GreenShip-GBCI*). Namun penelitian hanya dilakukan pada beberapa kriteria *green building*. Hasil dari penelitian ini berupa pengukuran kriteria *green building* sesuai standar *GreenShip* dan penilaian rating sertifikasi *green building* pada Gedung Teknik Sipil ITS yang kemudian akan menjadi tolak ukur tersendiri untuk kedepannya. Dalam hasil penelitian terlihat bahwa Gedung Teknik Sipil ITS sudah memenuhi beberapa standar kriteria *green building* yang tercantum pada *GreenShip*, namun masih ada juga kriteria-kriteria *green building* yang belum diterapkan ataupun terpenuhi. Konsep *Green Building* inipun sebaiknya dilakukan sejak awal perencanaan, namun hal ini tidak menutup kemungkinan untuk meningkatkan kualitas *green building* pada Gedung Teknik Sipil ITS kedepannya.

Kata Kunci — *Green Building, GreenShip, Rating/Sertifikasi*

I. PENDAHULUAN

SAAT ini krisis energi sedang mendapat perhatian khusus bagi negara-negara di dunia, karena kebutuhan energi yang terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya populasi penduduk. Hingga saat ini telah banyak sumber energi yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi, tetapi krisis energi tetap menjadi ancaman karena keterbatasan ketersediaan yang ada di alam. Salah satu upaya yang dilakukan negara-negara di dunia sebagai salah satu bentuk kepedulian terhadap krisis energi yang sedang melanda adalah dengan melakukan aksi *earth hour* hemat energi yang melibatkan 132 negara di dunia (Australia, Asia, Eropa, Afrika, Pasifik dan Amerika) dalam waktu sehari dalam setahun, aksi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dan kesadaran cinta lingkungan serta hemat energi.

Pemerintah Indonesia saat ini pun telah mengumumkan untuk memulai gerakan nasional penghematan energi, baik dalam penghematan penggunaan bahan dan penghematan penggunaan listrik dan air di kantor-kantor pemerintah,

BUMN, BUMD, dan penerangan jalan. Salah satu upaya nyata yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan konsep *Green Building*. Konsep *Green Building* merupakan salah satu upaya penghematan energi yang dapat diterapkan pada suatu gedung, karena bangunan ini akan lebih hemat energi, dirancang, dibangun dan dioperasikan untuk meminimalkan dampak lingkungan total [1]

Konsep ini dapat diterapkan pada bangunan-bangunan komersial, perkantoran dan juga pada berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Konsep *Eco-campus* sendiri, yang salah satunya mencakup penerapan konsep *green building* pun sudah mulai dikembangkan di ITS sejak satu tahun belakangan ini, dengan berbagai program bentuk kepedulian terhadap lingkungan, namun pada awal pembangunannya, gedung-gedung di ITS sendiri tidak dirancang dengan konsep gedung ramah lingkungan.

Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang penerapan penilaian kriteria *green building* pada gedung-gedung di ITS, agar dapat mengetahui rating/sertifikasi sebagai tolak ukur sudah sejauh mana tingkat penerapan kriteria *green building* gedung-gedung di ITS, penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai acuan langkah program *Eco-campus* kedepannya. Penelitian sertifikasi *green building* ini akan mengacu pada standar nasional (*GreenShip-GBCI*). Adanya penelitian kriteria kinerja *green building* khususnya di Gedung Teknik Sipil ITS ini pun diharapkan dapat dijadikan perbandingan untuk mengkaji gedung-gedung lain di kampus ITS, sebagai bagian dari upaya untuk penyesuaian kriteria *green building*.

II. METODOLOGI

A. Konsep Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran penilaian terhadap beberapa kriteria *green building* yang mengacu pada standar nasional (*GreenShip-GBCI*) dengan cara pengukuran langsung dan wawancara verifikasi yang difokuskan pada gedung Jurusan Teknik Sipil ITS. Namun pengukuran kriteria *green building* pada penelitian ini hanya dilakukan pada beberapa kriteria yang paling utama menurut para akademisi karena terbatasnya waktu dan tenaga. Metode yang digunakan untuk mencari kriteria utama adalah dengan menyebarkan survey kuesioner kepada para responden, dan hasil survey tersebut akan di analisa dengan metode statistik yaitu mean dan standar deviasi.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel-variabel umum yang akan diukur mengacu pada lembaga sertifikasi nasional (*GreenShip-GBCI*), yaitu :

1. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development/ASD*)L
2. Efisiensi Energi & Refrigeran (*Energy Efficiency & Refrigerant/EER*)
3. Konservasi Air (*Water Conservation/WAC*)L
4. Sumber & Siklus Material (*Material Resources & Cycle/MRC*)L
5. Kualitas Udara & Kenyamanan Udara (*Indoor Air Health & Comfort/IHC*)
6. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building & Enviroment Management*)

C. Analisis kriteria yang paling menentukan

Setelah penyebaran kuesioner telah selesai dilakukan tahap selanjutnya menganalisa data. Analisa dilakukan untuk mengidentifikasi kriteria apa saja yang menentukan di dalam pelaksanaan *green building* dengan menggunakan mean dan standar deviasi. Berikut merupakan penjelasan mean dan standar deviasi secara perhitungan [3] :

Mean :

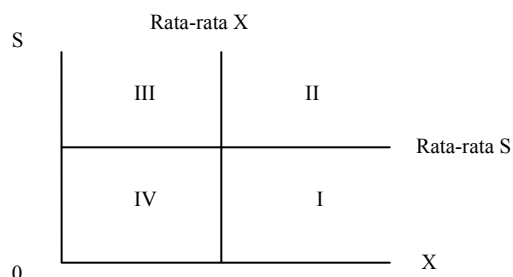
$$\text{Mean} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.1)$$

Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Setelah melakukan perhitungan nilai mean dan standar deviasi dari masing-masing poin yang diberikan pada setiap kriteria oleh para koresponden, maka langkah selanjutnya ialah memasukkan data kedalam diagram mean dan standar deviasi. selanjutnya kriteria-kriteria tersebut diurutkan dari yang paling dominan dengan melihat skor rata-rata tertinggi dan deviasi terendah. Untuk diagramnya dapat dilihat pada gambar 1

Garis yang membagi nilai mean dan standar deviasi pada diagram merupakan nilai rata-rata dari mean dan standar deviasi [2] :



Gambar 1 Diagram Mean-Standart Deviasi

Keterangan Gambar :

S= Standart Deviasi

X = Mean

Selanjutnya dilakukan analisa deskriptif dengan melakukan *scoring* untuk setiap variabel agar dapat diketahui variabel mana yang paling dominan dan mana yang paling kurang berpengaruh untuk diteliti.

I. Nilai mean besar, nilai standar deviasi kecil

Mean besar : responden memberikan skor yang tinggi terhadap factor

Standar deviasi kecil : responden sepakat terhadap jawaban tersebut.

II. Nilai mean besar, nilai standar deviasi besar

Mean besar : responden memberikan skor yang tinggi terhadap factor

Standar deviasi besar : responden kurang sepakat terhadap jawaban tersebut.

III. Nilai mean kecil, nilai standar deviasi besar

Mean kecil : responden memberikan skor yang rendah terhadap factor

Standar deviasi besar : responden kurang sepakat terhadap jawaban tersebut.

IV. Nilai mean kecil, nilai standar deviasi kecil

Mean kecil : responden memberikan skor yang rendah terhadap factor

Standar deviasi kecil : responden sepakat terhadap jawaban tersebut.

Setelah diketahui letak dari masing-masing variabel atau kriteria kemudian ditentukan variabel atau kriteria yang paling dominan dengan melihat letak dari variabel atau kriteria tersebut. Apabila kriteria tersebut masuk kedalam kategori paling dominan dan selanjutnya. Setelah survey pendahuluan selesai di analisa selanjutnya adalah mengukur dan meneliti lebih lanjut kriteria dominan.

D. Obyek Penelitian

Sebagai obyek penelitian kriteria *green building* ini adalah Gedung Teknik Sipil ITS tepatnya gedung perkuliahan E, I dan J.

E. Proses Penelitian

Proses penelitian pada Tugas Akhir ini ditunjukkan dalam bentuk sebuah bagan alir atau *flow chart*, yang dapat dilihat pada Putri, Aristia Andana (2012) [3].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Kriteria Green Building

Pemilihan kriteria *green building* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada responden yang menempati Gedung Teknik Sipil ITS dan memahami Konsep *Green Building*. Hasil yang didapatkan dianalisa dengan metode mean dan standar deviasi seperti yang sudah dijelaskan pada point II. Pada Tabel 1 ditampilkan hasil analisa survey kriteria *green building* yang dianggap paling utama dengan metode mean dan standar deviasi.

Tabel 1 Kriteria *Green Building*

No	Kriteria <i>Green Building</i>	MEAN	SD	KUADRAN
1	Site Selection	3,200	1,135	KW3
2	Water Fixtures	3,400	0,516	KW4
3	Thermal Comfort	4,000	0,667	KW1
4	Rainwater Harvesting	3,600	0,699	KW4
5	Site Landscaping	4,100	0,876	KW2
6	CO2 Monitoring	3,000	0,816	KW4
7	Storm Water Management	3,900	0,876	KW2
8	Environmentally Friendly Processed Product	2,800	0,919	KW3
9	Natural Lighting	4,200	0,632	KW1
10	Ventilation	4,300	1,059	KW2
11	Regional Material	3,200	0,919	KW3
12	Advance Waste Management	3,600	0,699	KW4
13	Water Use Reduction	4,300	0,675	KW1
14	Micro Climate	3,900	0,876	KW2
15	Non ODS Usage	4,200	0,919	KW2
16	Alternative Water Resource	4,100	0,568	KW1
17	Energy Efficiency Measure	4,100	0,738	KW1
18	Water Efficiency landscaping	3,600	0,699	KW4
19	Community Accessibility	3,200	1,033	KW3
20	Chemical Pollutants	4,100	0,994	KW2
21	On Site Renewable Energy	3,900	0,876	KW2
22	Certified Wood	2,800	1,229	KW3
23	Water Recycling	3,900	0,876	KW2
24	Pollution of construction Activity	3,600	0,516	KW4
25	Building and Material	3,500	1,354	KW3
26	Public Transportation	3,100	0,876	KW3
27	Visual Comfort	4,100	0,738	KW1
28	Climate Change Impact	3,200	0,919	KW3
29	Acoustic Level	3,200	0,919	KW3
30	Bicycle	3,500	0,707	KW4
31	Environmental Tobacco Smoke Control	4,100	1,101	KW2
MEAN :		3,668	0,852	

B. Pengukuran Kriteria *Green Building*

Dari survey pendahuluan yang sudah dijelaskan diatas didapat beberapa aspek yang dianggap paling utama, yaitu :

1. *Alternative Water Resource*
2. *Energy Efficiency Measure*
3. *Thermal Comfort*
4. *Visual Comfort*
5. *Natural Lightning*
6. *Water Use Reduction*

Selanjutnya penjelasan tentang beberapa aspek tersebut akan diuraikan di bawah ini :

1. *Alternative Water Resource*

Pengukuran dalam kriteria ini dilakukan melalui pengamatan langsung dan wawancara kepada pihak terkait mengenai sumber daya air lain yang digunakan di gedung Teknik Sipil ITS, yang meliputi pemanfaatan air kondensai AC, air hujan ataupun air wudu, yang dilakukan pada hari Rabu 14-03-2012 di Sekertariat Jurusan Teknik Sipil.

2. *Energy Efficiency Measure*

Pengukuran ini dilakukan dengan menghitung nilai OTTV pada suatu gedung dengan rumus yang sudah ditetapkan pada SNI 03-6389-2000 [4].

- Rumus untuk menghitung OTTV dinding dengan orientasi tertentu :

$$OTTV = \alpha [(U_w \times (1 - WWR)) \times T_{Dek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)]$$

dimana :

OTTV = harga perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m^2).

- Rumus untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar :

$$OTTV : \frac{(A_{o1} \times OTTV_1) + \dots + (A_{oi} \times OTTV_i)}{A_{o1} + \dots + A_{oi}}$$

dimana :

A_{oi} = luas dinding pada bagian dinding luar i (m^2). Luas total ini termasuk semua permukaan dinding tak tembus cahaya dan luas permukaan jendela yang terdapat pada bagian dinding tersebut.

$OTTV_i$ = nilai perpindahan termal menyeluruh pada bagian dinding i.

Sebelum mulai menghitung OTTV pada suatu gedung, data yang harus diketahui adalah detail dari selubung bangunan tersebut. Untuk mempermudah perhitungan OTTV Total, perhitungan dilakukan secara terpisah, yang terbagi atas konduksi panas melalui dinding, konduksi panas melalui kaca dan transmitansi panas melalui kaca, seperti yang tersaji pada Tabel 2, 3 dan 4 yaitu hasil perhitungan dari gedung perkuliahan J :

Tabel 2 Konduksi Panas Melalui Dinding

Arah	Bahan	Luas (m^2)	Tdek (K)	U ($W/m^2.K$)	α	Sub Tot
U	Batu bata 200mm	36	10	3,680688	0,55	728,776
U	Balokbeton 25/60 cm	-	-	-	-	-
B	Batu bata 200mm	58,86	10	3,680688	0,55	1191,549
B	Balokbeton 25/60 cm	19,44	10	5,792	0,535	602,391
S	Batu bata 200mm	36	10	3,680688	0,55	728,776
S	Balokbeton 25/60 cm	-	-	-	-	-
T	Batu bata 200mm	83,64	10	3,680688	0,55	1693,190
T	Balokbeton 25/60 cm	-	-	-	-	-
TOTAL :		233,94			TOTAL :	4944,683

Tabel 3 Konduksi Panas Melalui Kaca

Arah	Bahan	Luas (m^2)	SC	SF	Faktor	Sub Tot
U	Kaca bening 6mm	-	-	-	-	-
B	Kaca bening 6mm	36,9	0,3	243	1,25	3362,51
S	Kaca bening 6mm					
T	Kaca bening 6mm	26,52	0,3	112	1,25	1113,84
TOTAL:		63,42			TOTAL :	4476,35

Tabel 4 Transmitansi Panas Melalui Kaca

Arah	Bahan	Luas (m^2)	AT	U ($W/m^2.K$)	Faktor	Tot
U	Kaca bening 6mm					
B	Kaca bening 6mm	36,9	5	2,89	1	533,205
S	Kaca bening 6mm	0				
T	Kaca bening 6mm	26,52	5	5,8928212	1	781,388
TOTAL :		63,42			TOTAL :	1314,59

$$OTTV = \frac{10735,63}{360,78} = 23,49 \text{ W/m}^2$$

3. Thermal Comfort

Kelembaban relatif udara (RH) dan suhu udara dapat diukur langsung dengan bantuan alat, yaitu thermo-hygrometer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada setiap ruangan, pengukuran dilakukan kurang lebih selama 5 menit pada setiap ruangan. Pengukuran ini dilakukan pada waktu pagi, siang dan sore hari.



Gambar 2 Thermo-Hygro Meter

4. Visual Comfort

Pengukuran tingkat pencahayaan atau iluminasi dilakukan dengan alat lux meter (Gambar 3), yang dilakukan di beberapa titik pada setiap ruangan, sehingga dihasilkan pola pencahayaan dan didapatkan rata-rata pencahayaan pada setiap ruangan yang diukur.



Gambar 3 Digital Luxmeter

5. Natural Lightning

Pengukuran kriteria ini dilakukan dengan alat lux meter untuk mendapatkan tingkat pencahayaan alami pada suatu ruangan, dalam kondisi lampu dalam keadaan mati seluruhnya dan seluruh tirai dalam keadaan terbuka, dan membandingkan tingkat pencahayaan yang masuk dengan luas ruangan yang diukur, untuk mengetahui pemanfaatan cahaya alami pada ruangan.

6. Water Use Reduction

Pengukuran kriteria ini dilakukan dengan cara menghitung konsumsi air bersih dari setiap sumber air yang digunakan, dan mencari pemakaian air yang dibutuhkan teknik sipil per bulannya untuk memenuhi kebutuhan pemakai air pada jurusan teknik sipil berdasarkan SNI 03-7065-2005.

Perhitungan :

Data jumlah penghuni gedung Teknik Sipil : 615 orang, yang terdiri dari 67 staff akademik dan 548 mahasiswa yang terdiri dari angkatan 2005-2011. Diasumsikan kehadiran mahasiswa adalah 30-90 % tiap harinya, yang disesuaikan dengan jadwal kuliah dan intensitas kebutuhan tiap angkatan yang berada di kampus per hari. Kehadiran tiap penghuni tiap harinya adalah 470 orang, dengan kebutuhan per orang adalah 80 liter/orang/hari.

Kebutuhan air di Sipil tiap harinya :

$$\begin{aligned} &= 470 \text{ orang} \times 80 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 37600 \text{ liter/hari} \times 22 \text{ hari} \\ &= 827200 \text{ liter tiap bulan} \end{aligned}$$

Kemudian membandingkan kebutuhan air tersebut dengan pemakaian air/ konsumsi air gedung teknik sipil per bulannya, dan mencari penurunan presentase konsumsi air bersih dari sumber primer. Metode yang digunakan untuk mencari konsumsi kebutuhan sipil tiap bulannya adalah dengan metode

pendekatan prosentase jumlah penghuni pada setiap gedung yang ada di ITS.

Perhitungan :

Mencari konsumsi pemakaian air di Sipil dengan pendekatan jumlah penghuni :

Jumlah penghuni Teknik Sipil ITS : 615 orang.

Jumlah penghuni seluruh kampus ITS : 18244 orang.

$$\begin{aligned} \text{Prosentase jumlah penghuni sipil} &= 615/18244 \\ &= 0,03371 = 3,37\% \end{aligned}$$

Biaya pemakaian air di Teknik Sipil tiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Biaya Air Teknik Sipil

Pemakaian air ITS tiap bulan (liter)	Biaya ITS tiap bulan	Pemakaian air T.Sipil tiap bulan (liter)	Biaya T.Sipil tiap bulan
10141000	Rp75.270.940	341751,7	Rp2.536.631
10186000	Rp75.336.940	343268,2	Rp2.538.855
10222000	Rp75.401.740	344481,4	Rp2.541.039
10222000	Rp75.401.740	344481,4	Rp2.541.039
10153000	Rp75.264.540	342156,1	Rp2.536.415

Sumber : Hasil Perhitungan

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan pengukuran dan hasil yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan :

1. Alternatif Water Resource

Pada penerapannya air wudhu, air kodensasi ataupun air hujan yang jatuh di kawasan Teknik Sipil belum dilakukannya upaya untuk menampung ataupun memanfaatkannya kembali untuk digunakan dalam keperluan sehari-hari seperti untuk mencuci tangan, mencuci piring ataupun menyiram tanaman, karena dalam pemanfaatan air hujan ataupun air kondensasi AC ini diperlukan adanya suatu teknologi khusus untuk memfiltrasi air agar layak digunakan, dan pada awalnya membutuhkan biaya yang cukup besar untuk teknologi ini, namun manfaat yang dihasilkan untuk jangka panjang tentu lebih banyak.

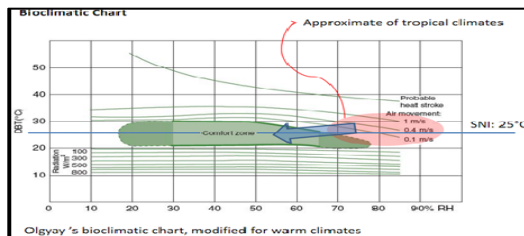
2. Energy Efficiency Measure

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam kriteria pengukuran efisiensi energy pada gedung Teknik Sipil ITS dengan menghitung OTTV, sebagai salah satu sebagai pedoman perancangan agar diperoleh desain yang hemat energy, seperti yang telah ditetapkan berdasarkan pada standar selubung bangunan Indonesia (SNI 03-6389-2000) ditetapkan nilai maksimum OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) maksimal sebesar 45 W/m². Nilai OTTV yang didapatkan oleh peneliti adalah sebesar 23,49 W/m², yang menandakan bahwa gedung Teknik Sipil ITS menerapkan pedoman perancangan desain yang hemat energy dengan baik.

3. Thermal Comfort

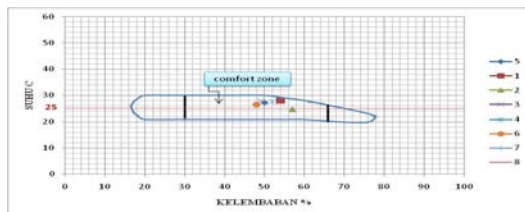
Pengukuran kelembaban dan suhu ruangan dilakukan pada hari Jumat 20-April-2012. Dalam 3 waktu yang berbeda.

Analisa kenyamanan termal menggunakan grafik bioclimatic chart, karena pada grafik ini terdapat Zona nyaman (comfort zone), yaitu daerah dalam bioclimatic chart yang menunjukkan kondisi komposisi udara yang nyaman secara termal.

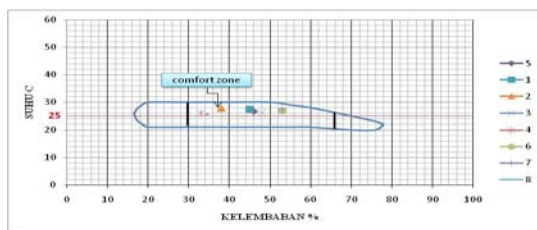


Gambar 4 Bioclimatic Chart

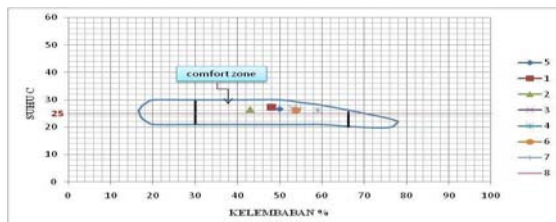
Hasil pengukuran Suhu dan Kelembaban yang dilakukan pada pagi, siang dan sore hari dapat dilihat pada Gambar 5, 6 dan 7



Gambar 5 Grafik Suhu & Kelembaban Pada Pagi Hari



Gambar 6 Grafik Suhu & Kelembaban Pada Siang Hari



Gambar 7 Grafik Suhu & Kelembaban Pada Sore Hari

Berdasarkan kriteria *green building* yang menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25°C dan kelembaban relatif 60%, dan disesuaikan dengan grafik bioclimatic dapat dilihat dari ke-3 pengukuran yang dilakukan pada waktu yang berbeda yaitu pagi siang dan sore hari suhu dan kelembaban yang berada pada ruangan kelas sudah memenuhi standar SNI dan memenuhi zona kenyamanan thermal, sehingga dapat terciptanya kondisi kenyamanan thermal yang baik.

4. Visual comfort

Pengukuran tingkat pencahayaan (iluminasi) dilakukan pada hari Jumat 20-April-2012. Dalam 3 waktu yang berbeda, yaitu pagi hari (08.30), siang hari (13.00) dan sore hari (17.00)

Hasil pengukuran pencahayaan yang dilakukan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7, 8 dan 9. Pengukuran ini akan dianalisa

sesuai dengan SNI 03-6197-2000 [5] seperti yang terlihat pada tabel 6.

Tabel 6 Tingkat Pencahayaan Pada Lembaga Pendidikan

No	Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
A	Lembada pendidikan :	
1.	Ruang kelas	250
2.	Perpustakaan	300
3.	Laboratorium	500
4.	Kantin	200

Sumber: SNI 03-6197-2000 Tabel 1

Tabel 7 Tingkat Pencahayaan Pada Ruang Kelas di Pagi Hari

Ruang	Lampu menyala (lux)	Lampu mati (lux)	Lampu setengah menyala (lux)
E-101	350,7	38,6	189,7
E-102	314,0	23,3	164,9
I-101	393,0	141,2	234,3
I-102	389,7	113,3	210,0
I-103	391,3	124,8	223,5
J-101	366,8	73,0	199,5
J-102	404,3	173,7	181,2
J-103	353,0	28,8	155,5

Tabel 8 Tingkat Pencahayaan Pada Ruang Kelas di Siang Hari

Ruang	Lampu menyala (lux)	Lampu mati (lux)	Lampu setengah menyala (lux)
E-101	354,7	40,2	195,3
E-102	374,8	54,2	193,3
I-101	328,7	32,8	201,5
I-102	307,3	22,7	145,0
I-103	316,0	22,8	182,5
J-101	345,7	19,2	171,3
J-102	357,2	30,3	176,5
J-103	360,2	44,8	183,8

Tabel 9 Tingkat Pencahayaan Pada Ruang Kelas di Sore Hari

Ruang	Lampu menyala (lux)	Lampu mati (lux)	Lampu setengah menyala (lux)
E-101	238,8	2 - 3	162,9
E-102	247,6	2 - 3	174,4
I-101	289,0	2 - 3	196,3
I-102	283,2	2 - 3	192,3
I-103	290,5	2 - 3	201,8
J-101	320,7	2 - 3	129,3
J-102	325,3	2 - 3	134,3
J-103	328,8	2 - 3	148,0

Oleh karena itu berdasarkan dari penelitian yang dilakukan pada pagi siang dan sore hari dapat disimpulkan pada kondisi pagi dan siang hari sebaiknya lampu yang digunakan cukup sebagian yang dibiarkan menyala agar terciptanya kondisi kenyamanan secara visual karena pada pagi dan siang hari adanya kombinasi pencahayaan dari luar yaitu sinar matahari yang cukup berpengaruh pada kondisi pencahayaan ruangan kelas, sedangkan pada sore hari sebaiknya seluruh lampu pada ruangan kelas dibiarkan menyala karena sudah berkurangnya intensitas cahaya matahari sehingga didapatkan kondisi kenyamanan visual untuk melakukan seluruh kegiatan dengan baik.

5. Natural Lightning

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan pada ruangan kelas E, I dan J pada waktu pagi dan siang hari intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam ruangan berkisar antara 20-170lux pada pagi hari, 20-50lux pada siang hari dan 2-3lux pada sore hari, seperti yang ditunjukkan pada

Tabel 4.22. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari yang masuk belum memenuhi standar optimal penggunaan cahaya matahari alami yaitu sebesar 300lux, sehingga masih dibutuhkan cukup banyak pencahayaan buatan seperti disini adalah lampu TL untuk dilakukannya aktivitas pada ruang kelas.

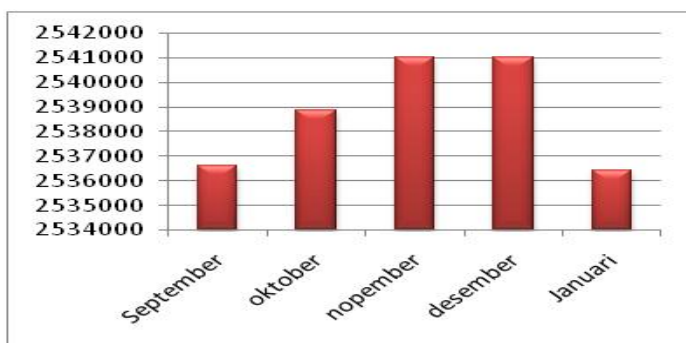
Tabel 8 Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan

Ruang	Lampu mati (lux)	Lampu mati (lux)	Lampu mati (lux)
	PAGI	SIANG	SORE
E-101	38,6	40,2	2 - 3
E-102	23,3	54,2	2 - 3
I-101	141,2	32,8	2 - 3
I-102	113,3	22,7	2 - 3
I-103	124,8	22,8	2 - 3
J-101	73,0	19,2	2 - 3
J-102	173,7	30,3	2 - 3
J-103	28,8	44,8	2 - 3

Pada kenyataannya berdasarkan pengalaman penulis, cahaya matahari yang masuk kedalam kelas pada waktu pagi atau siang hari, intensitas cahaya matahari yang masuk tidak dapat diatur, sehingga terkadang dapat sangat menyilaukan ataupun redup. Sehingga memang perlu adanya perancangan khusus sejak awal desain gedung untuk memanfaatkan dengan maksimal penggunaan cahaya alami pada gedung Teknik Sipil.

6. Water Use Reduction

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang kebutuhan dan pemakaian air di Teknik Sipil ITS, sumber air yang berada di lingkungan kampus berasal dari PDAM, yang berarti sumber primer kampus ITS 100% bersumber dari PDAM. Sedangkan kebutuhan air T.Sipil yang dijelaskan secara rinci pada bagian II.B. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dianalisa bahwa pemakaian air pada T.Sipil jauh lebih hemat yaitu sekitar 46% dari kebutuhan yang seharusnya, namun selisih kebutuhan air dan konsumsi air yang terlalu besar dapat disebabkan karena kurang telitinya metode yang digunakan dalam mencari pemakaian air di Sipil per bulannya, yaitu berdasarkan jumlah penghuni tiap gedung.



Gambar 8 Grafik Pemakaian Air T.Sipil Setiap Bulannya

D. Penilaian Hasil Pengukuran Kriteria

Pada Tabel 9 ditunjukkan hasil penilaian kriteria *green building* yang diterapkan pada Gedung Teknik Sipil ITS.

Tabel 9 Deskripsi Kriteria *Green Building*

No	Kriteria	Point (Greenship)	Point (Gedung T.Sipil)
1 Energy Efficiency Measure			
a.	Tiap penurunan 3 W/m ² dari nilai OTTV 45 W/m ² (SNI 03-6389-2000) mendapatkan nilai 1 poin sampai maks 5 poin	5	5
b.	Menggunakan lampu dengan daya pencahayaan sebesar 30%, yang lebih hemat daripada daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 03-6197-2000	1	1
d.	Zonasi pencahayaan untuk seluruh ruang kerja yang dikaitkan dengan sensor gerak	1	0
e.	Penempatan tombol lampu dalam jarak pencapaian tangan pada saat buka pintu	1	1
2 Natural Lightning			
a.	Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300lux	2	0
b.	Jika butir satu dipenuhi lalu ditambah dengan adanya lux sensor untuk otomatisasi pencahayaan buatan apabila intensitas cahaya alami kurang dari 300lux, didapatkan tambahan nilai 2 poin	2	0
4 Water Use Reduction			
a.	Konsumsi air bersih dengan jumlah 80% dari sumber primer tanpa mengurangi jumlah kebutuhan per orang sesuai dengan SNI 03-7065-2005 seperti pada tabel terlampir	1	1
b.	Setiap penurunan konsumsi air bersih dari sumber primer sebesar 5% sesuai dengan acuan pada poin 1 akan mendapatkan nilai 1 dengan nilai maks sebesar 7 poin	7	0
5 Alternatif Water Resource			
a.	Megggunakan salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut: air kondensasi AC, air bekas wudu, atau air hujan.	1	0
6 Visual Comfort			
a.	Menggunakan lampu dengan iluminasi (tingkat pencahayaan) ruangan sesuai SNI 03-6197-2000 Tabel 1	1	1
7 Thermal Comfort			
b.	Menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25oC dan kelembababan relatif 60%.	1	1
TOTAL :		23	10

IV. KESIMPULAN

Dari pengukuran penilaian kriteria *green building* yang telah dilakukan pada Gedung Teknik Sipil ITS terhadap 6 kriteria *green building* yang dianggap paling utama menurut para akademisi, dan dilakukan pengukuran pada setiap kriterianya, yaitu *Thermal Comfort*, *Visual Comfort*, *Energy Efficiency Measure*, *Alternatif Water Resource*, *Water Use Reduction* dan *Natural Lightning* dapat disimpulkan bahwa tingkat rating sertifikasi *Green Building* pada Gedung Teknik Sipil ITS adalah sebesar 43%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia Green Building Council (2008). Greenship Existing Buildings [Online]. Available: <http://www.gbciindonesia.org>.
- [2] Mistiani (2011). Kriteria Penilaian dalam Pengambilan Keputusan [Online]. Available: <http://www.balitbang.kemhan.go.id/?q=content/kriteria-penilaian-dalam-pengambilan-keputusan>.
- [3] Aristia Andana, "Penilaian Kriteria Green Building Pada Gedung Teknik Sipil ITS," Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya(2012).
- [4] *Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung (SNI 03-6389-2000)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta (2000).
- [5] *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan (SNI 03-6197-2000)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta (2000).